

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-291549

(43)Date of publication of application : 17.10.2000

(51)Int.Cl.

F04B 39/00

(21)Application number : 11-098579

(71)Applicant : MATSUSHITA REFRIG CO LTD

(22)Date of filing : 06.04.1999

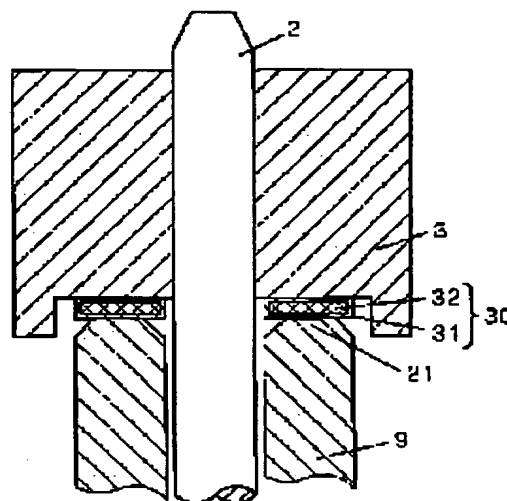
(72)Inventor : HIRATSUKA SATOSHI  
ISHIDA TAKANORI

## (54) COMPRESSOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent occurrence of abnormal abrasion at a bearing part.

**SOLUTION:** Since a bearing part, formed out of the upper end part 21 of a bearing 9 made of an aluminum alloy, and of a thrust washer 32 has a kind of a bearing part composed of parallel flat plates, a fluid film formed by lubricating oil with a squeeze effect, is hardly formed to cause metal contact on a sliding surface. In this case, the sliding of the metallic contact of an upper end surface 21 with the non-adhesive film 31 formed over the surface of the steel parent material 32 of the thrust washer 30, thereby prevents aluminum forming the upper bearing 9 from being adhered to the thrust washer 30. As a result, since there are no abrasive starting point, the occurrence of abnormal abrasion can thereby be prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**This Page Blank (uspto)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-291549  
(P2000-291549A)

(43) 公開日 平成12年10月17日 (2000.10.17)

(51) Int.Cl.  
F 0 4 B 39/00

識別記号  
1 0 3

F I  
F 0 4 B 39/00

テームド(参考)

1 0 3 J 3 H 0 0 3  
1 0 3 L

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-98579

(22) 出願日 平成11年4月6日 (1999.4.6)

(71) 出願人 000004488

松下冷機株式会社

大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号

(72) 発明者 平塚 聡

大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号

松下冷機株式会社内

(72) 発明者 石田 貴規

大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号

松下冷機株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

Fターム(参考) 3H003 AA02 AB04 AC03 AD00 AD01

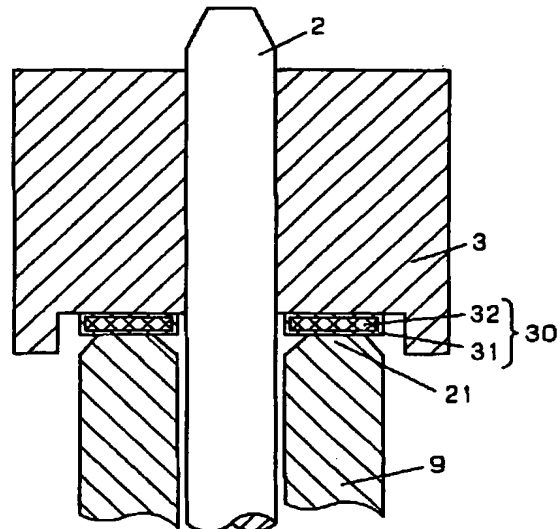
BD00 CA02

(54) 【発明の名称】 圧縮機

(57) 【要約】

【課題】 圧縮機において、軸受け部の異常摩耗の発生防止を目的とする。

【解決手段】 アルミニウム合金製の軸受け9の上端面21とスラストワッシャ30からなる軸受け部では、平行平板の軸受け部であるために、スクイーズ膜作用による潤滑油による流体被膜が形成されにくく、摺動面の一部で金属接触が発生する。このとき、スラストワッシャ30の鋼製の母材32の表面に形成された非凝着性被膜31と、上端面21の金属接触部が摺動することで、アッパーベアリング9を形成するアルミニウムがスラストワッシャ30に凝着することを防止する。この結果、摩耗起点の発生が無いため、軸受け部における異常摩耗の発生を抑制することが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シャフトと、前記シャフトに固定されたロータと、前記シャフトの外周と摺動しながら圧縮荷重を支えるアルミニウム合金製の軸受けと、前記シャフトまたは前記ロータに固定され、前記ロータと前記シャフトの自重を支えると共に、前記軸受けの上端面と面摺動するスラストワッシャを有し、前記スラストワッシャは銅製の母材の表面に非凝着性被膜を形成させた圧縮機。

【請求項2】 非凝着性被膜として、TiAlNセラミック膜をスラストワッシャの母材表面に形成した請求項1記載の圧縮機。

【請求項3】 非凝着性被膜として、ダイヤモンドライクカーボン膜をスラストワッシャの母材表面に形成した請求項1記載の圧縮機。

【請求項4】 非凝着性被膜として、二硫化モリブデン膜をスラストワッシャの母材表面に形成した請求項1記載の圧縮機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、冷蔵庫の冷媒圧縮機等の圧縮機の軸受け部の耐久性向上に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、圧縮機の摺動部の耐久性を向上する手段として、一方の摺動部材にアルミニウム材料を主体として表面にアルマイト処理をし、他方の摺動部材に炭素鋼等の金属材料を用いる方法が、特開平7-293468号公報等に開示されている。

【0003】 図5は、従来のレシプロ圧縮機の一例の断面図である。

【0004】 図5において、1は圧縮機であり、2はシャフト、3はロータ、4はステータであり、ロータ3とステータ4は対となって電動モータを形成している。シャフト2はロータ3に圧入されている。また5はコンロッド、6はシリンダー、7はピストン、8はピストンピン、9はアルミニウム合金製の軸受けである。シャフト2の偏心部に取り付けられたコンロッド5及びコンロッド5の他端に取り付けられかつピストン7に固定されたピストンピン8によってピストン7への運動伝達機構が形成される。そして、ピストン7とシリンダー6によって圧縮機構が形成される。10は給油管であり、シャフト2下部に取り付けられている。11は冷凍機油であり、圧縮機1の本体内部に滞留している。

【0005】 軸受け9の上端面は上端面21になっている。ロータ3と上端面21の間にはスラストワッシャ22が挿入されロータ3に固定されている。スラストワッシャ22は銅製薄板を打ち抜いた平板形状をなしている。このスラストワッシャ22をロータ3と軸受け9の上端面21の間に挿入することにより、ロータ3と軸受け9の上端面21の直接摺動によるロータ3の摩耗を防

止している。

【0006】 ここで、図6に従来のスラストワッシャの用部拡大斜視図を、図7に従来のスラストワッシャの断面図を示す。スラストワッシャ22は単一構造となっている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、近年圧縮機1に用いられている冷凍機油11の粘度は圧縮機1の効率向上のため低粘度化の傾向にあり、かつ低速で運転される傾向にある。そのため、スラストワッシャ22と上端面21の間のスラスト軸受け部において、スキュー効果による油膜形成が困難となり、金属接触が発生する可能性がある。上記従来の構成では、比較的融点が高いアルミニウム合金製の軸受け9の上端面21と、スラストワッシャ22のスラスト軸受け部において金属接触が発生した場合、摺動発熱により金属接触部の近傍温度が上昇し、アルミニウム材が溶融し、スラストワッシャ表面に凝着する。その結果、摩耗起点が形成され、スラスト軸受け部での摺動状態がアルミニウム同士の厳しい凝着摩耗に発展し、異常摩耗が発生する可能性があった。

【0008】 本発明は、このようなスラスト軸受け部の凝着摩耗の発生を抑制防止し、高信頼性の圧縮機を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の圧縮機は、スラストワッシャの表面に、アルミニウム材に対して非凝着性を示す被膜を形成したものである。

【0010】 この発明によれば、スラストワッシャへのアルミニウムの凝着を抑制防止する。その結果、スラスト軸受け部における異常摩耗の起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制防止することが可能となる。

【0011】 本発明の請求項1に記載の発明は、アルミニウム合金製の軸受けの上端面とシャフトのフランジ面の間に、表面にTiAlNセラミック膜からなる非凝着性被膜を形成させた銅製のスラストワッシャを設けた圧縮機であり、これによってスラスト軸受け部において、冷凍機油による油膜形成が困難な条件においても、スラストワッシャへのアルミニウムの凝着を防止する。その結果、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。

【0012】 本発明の請求項2に記載の発明は、アルミニウム合金製の軸受けの上端面とシャフトのフランジ面の間に、表面にTiAlNセラミック膜からなる非凝着性被膜を形成させた銅製のスラストワッシャを設けた請求項1記載の圧縮機であり、これによってスラスト軸受け部において、冷凍機油による油膜形成が困難な条件においても、スラストワッシャへのアルミニウムの凝着を防止する。その結果、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能であ

る。

【0013】本発明の請求項3に記載の発明は、アルミニウム合金製の軸受けの上端面とシャフトのフランジ面の間に、表面にダイヤモンドライクカーボン膜からなる非凝着性被膜を形成させた鋼製のスラストワッシャを設けた請求項1記載の圧縮機であり、これによってスラスト軸受け部において、冷凍機油による油膜形成が困難な条件においても、スラストワッシャへのアルミニウムの凝着を防止する。その結果、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。

【0014】さらに、運転時の静摩擦係数を0.2以下に保つことができ、起動時の摺動損失を低減し、更なる省エネを図ることが可能である。

【0015】本発明の請求項4に記載の発明は、アルミニウム合金製の軸受けの上端面とシャフトのフランジ面の間に、表面に二硫化モリブデン膜からなる非凝着性被膜を形成させた鋼製のスラストワッシャを設けた請求項1記載の圧縮機であり、これによってスラスト軸受け部において、冷凍機油による油膜形成が困難な条件においても、スラストワッシャへのアルミニウムの凝着を防止することにより、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。

【0016】さらに、運転時の静摩擦係数を0.2程度に保つことができ、起動時の摺動損失を低減させることが可能である。

【0017】また、二硫化モリブデン膜自体の硬度はHV500以下であり、母材硬度の低い比較的安価な材料でも大きな硬度差がつかず、接触部の微視的変形による被膜を剥離を防止することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下本発明の第1の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0019】（実施の形態1）図1に本発明の冷媒圧縮機の断面図を示す。1は圧縮機であり、2はシャフト、3はロータ、4はステータであり、ロータ3とステータ4は一對となって電動モータを形成している。シャフト2はロータ3に圧入されている。また5はコンロッド、6はシリンダー、7はピストン、8はピストンピン、9は軸受けである。シャフト2の偏心部に取り付けられたコンロッド5及びコンロッド5の他端に取り付けられかつピストン7に固定されたピストンピン8によってピストン7への運動伝達機構が形成される。そして、ピストン7とシリンダー6によって圧縮機構が形成される。10は給油管であり、シャフト2下部に取り付けられている。11は冷凍機油であり、圧縮機1の本体内部に滞留している。

【0020】軸受け9の上面は上端面2.1となっており、ロータ3と軸受け9の間にはスラストワッシャ30が挿入されロータ3に固定されている。このスラストワッシャ30を用いることにより、ロータ3と上端面2.1の直接摺動によるロータ3の摩耗を防止している。

【0021】図2に本発明の圧縮機の断面の拡大図を、図3に本発明の圧縮機のスラストワッシャの用部拡大斜視図を、図4に本発明の圧縮機のスラストワッシャの断面図を示す。ここで、スラストワッシャ30は、鋼製の母材32の表面に厚さ1 $\mu$ mの非凝着性被膜31を形成させている。これにより、低速運転時や、冷凍機油11の粘度が低いときなど、冷凍機油11による油膜形成が困難な条件においても、スラストワッシャ30へのアルミニウムの凝着を防止する。その結果、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。

【0022】なお、ここでは厚さ1 $\mu$ mの非凝着性被膜31を用いたが、厚さ0.1～10 $\mu$ mの非凝着性被膜31であれば同様の効果を得ることができる。

【0023】なお、ここでは非凝着性被膜31をスラストワッシャ30の母材32表面全体に形成したが、少なくともスラストワッシャ30の母材32の摺動側表面に形成すれば、同様の効果を得ることができる。

【0024】なお、ここでは圧縮機の一例として軸受け9の上部に電動モータを、軸受け9の下部に圧縮機構を設けた圧縮機を示したが、軸受け9の上部に圧縮機構を、軸受け9の下部にモータを備えた圧縮機でも同じ効果が期待できる。

【0025】なお、ここでは圧縮機の一例としてレシプロ圧縮機を示したが、スラスト軸受け部を持つ他の種類の圧縮機においても同じ効果が期待できる。

【0026】（実施の形態2）本実施の形態の圧縮機の構成はスラストワッシャを除いて、実施の形態1と同様であるので省略する。

【0027】ここで、スラストワッシャ30の母材32は工具鋼SKD11であり、焼き入れ焼き戻し処理により硬度HRC55に調整している。面粗度Ra0.05 $\mu$ m以下に研磨後、その表面に、プラズマCVD法により、厚さ1 $\mu$ mのTiAlNからなる非凝着性被膜31を形成している。軸受け9はアルミニウムダイキャストADC14であり、母材は共晶組織と初晶シリコンからなる。スラストワッシャ30との摺動部である上端面2.1はホーニング加工、ポリッシング加工、ローラーバニッシング加工等により、面粗度Ra0.5 $\mu$ m以下に仕上げている。

【0028】ここで、TiAlNからなる非凝着性被膜31は、アルミニウムダイキャストの金型等の溶損防止に用いられる被膜であり、アルミニウム溶湯による溶損や付着が他のセラミック被膜に比べて優れていることが、「金属プレス1997年6月号P12～16」等に記載されている。

【0029】これにより、低速運転時や、冷凍機油11の粘度が低いときなど、冷凍機油11による油膜形成が

困難な条件においても、スラストワッシャ30へのアルミニウムの凝着を防止する。その結果、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。

【0030】なお、ここでは厚さ1 $\mu$ mのTiAlNセラミック膜31を用いたが、厚さ0.1~10 $\mu$ mのTiAlNセラミック膜31であれば同様の効果を得ることができる。

【0031】なお、ここではTiAlNセラミック膜31をスラストワッシャ30の母材32表面全体に形成したが、少なくともスラストワッシャ30の母材32の摺動側表面に形成すれば、同様の効果を得ることができる。

【0032】なお、ここでは軸受け9の材料としてアルミダイキャストADC14を用いたが、アルミ溶湯材AC4B等のアルミニウム合金を用いても同様の効果を得ることができる。

【0033】なお、ここでは圧縮機の一例として軸受け9の上部に電動モータを、軸受け9の下部に圧縮機構を設けた圧縮機を示したが、軸受け9の上部に圧縮機構を、軸受け9の下部にモータを備えた圧縮機でも同じ効果が期待できる。

【0034】なお、ここでは圧縮機の一例としてレシプロ圧縮機を示したが、スラスト軸受け部を持つ他の種類の圧縮機においても同じ効果が期待できる。

【0035】(実施の形態3) 本実施の形態の圧縮機の構成はスラストワッシャを除いて、実施の形態1と同様であるので省略する。

【0036】ここで、スラストワッシャ30の母材32は工具鋼SKD11であり、焼き入れ焼き戻し処理により硬度HRC55に調整している。面粗度Ra0.05 $\mu$ m以下に研磨後、その表面に、イオンプレーティング法により、厚さ1 $\mu$ mのダイヤモンドライクカーボンからなる非凝着性被膜31を形成している。

【0037】ジャーナル軸受け9はアルミニウムダイキャストADC14であり、母材は共晶組織と初晶シリコンからなる。スラストワッシャ30との摺動部である上端面21はホーニング加工、ポリッシング加工、ローラーバニッシング加工等により、面粗度Ra0.5 $\mu$ m以下に仕上げている。

【0038】ここで、ダイヤモンドライクカーボンからなる非凝着性被膜31は、アルミ板切断刃等の凝着防止に用いられる被膜であり、アルミニウムに対する摩擦係数がセラミック被膜に比べて優れていることが、「ナノテック株式会社のDLCコーティング技術資料」等に記載されている。また、ADC14に対する繰り返し1000回の起動試験において、処理なし時に静摩擦係数が数倍に増加するのに比較して、非凝着性被膜31はほとんど変化せず0.2以下の静摩擦係数を保った。

【0039】これにより、低速運転時や、冷凍機油11

の粘度が低いときなど、冷凍機油11による油膜形成が困難な条件においても、スラストワッシャ30へのアルミニウムの凝着を防止する。その結果、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。

【0040】また、運転時の静摩擦係数が、0.2以下に保つことが可能であるため、起動時の摺動損失を低減させることが可能となる。更に低速回転時においても低摩擦係数であるため、更なる効率化を図ることが可能である。

【0041】また、ダイヤモンドライクカーボン被膜31はセラミック被膜と比較して高い平滑性を示すため、摺動部などにおいても、高い精度を保つことが可能である。

【0042】なお、ここでは厚さ1 $\mu$ mのダイヤモンドライクカーボン膜31を用いたが、厚さ0.1~10 $\mu$ mのダイヤモンドライクカーボン膜31であれば同様の効果を得ることができる。

【0043】なお、ここでは軸受け9の材料としてアルミダイキャストADC14を用いたが、アルミ溶湯材AC4B等のアルミニウム合金を用いても同様の効果を得ることができる。

【0044】なお、ここではダイヤモンドライクカーボン膜31をスラストワッシャ30の母材32表面全体に形成したが、少なくともスラストワッシャ30の母材32の摺動側表面に形成すれば、同様の効果を得ることができる。

【0045】なお、ここでは圧縮機の一例として軸受け9の上部に電動モータを、軸受け9の下部に圧縮機構を設けた圧縮機を示したが、軸受け9の上部に圧縮機構を、軸受け9の下部にモータを備えた圧縮機でも同じ効果が期待できる。

【0046】なお、ここでは圧縮機の一例としてレシプロ圧縮機を示したが、スラスト軸受け部を持つ他の種類の圧縮機においても同じ効果が期待できる。

【0047】(実施の形態4) 本実施の形態の圧縮機全体の構成はスラストワッシャを除いて、実施の形態1と同様であるので省略する。

【0048】ここで、スラストワッシャ30の母材32はみがき特殊鋼SK5Mであり、焼き入れ焼き戻し処理により硬度Hv500に調整している。面粗度Ra0.05 $\mu$ m以下に研磨後、その表面に、スパッタリング法とイオンプレーティング法の併用により、厚さ1 $\mu$ mの二硫化モリブデンとチタンの混合層からなる非凝着性被膜31を形成している。非凝着性被膜31の硬度はHv約500である。

【0049】軸受け9はアルミニウムダイキャストADC14であり、母材は共晶組織と初晶シリコンからなる。スラストワッシャ40との摺動部である上端面21はホーニング加工、ポリッシング加工、ローラーバニッ

シング加工等により、面粗度Ra0.5 $\mu$ m以下に仕上げている。

【0050】ここで、二硫化モリブデンとチタンの混合層からなる非凝着性被膜31は、大阪真空工業株式会社のMOSTコーティングであり、アルミニウム材料の切削工具等への凝着防止に用いられる。また、二硫化モリブデン単層被膜に比べて耐久性に優れていることが、「大阪真空工業株式会社のカタログ」等に記載されている。また、ADC14に対する繰り返し1000回の起動試験において、処理なし時に静摩擦係数が数倍に増加するのと比較して、非凝着性被膜31はほとんど変化せず0.2程度の静摩擦係数を保った。

【0051】これにより、低速運転時や、冷凍機油11の粘度が低いときなど、冷凍機油11による油膜形成が困難な条件においても、スラストワッシャ30へのアルミニウムの凝着を防止する。その結果、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。

【0052】また、運転時の静摩擦係数が、0.2程度に保つことが可能であるため、起動時の摺動損失を低減させることが可能となる。

【0053】また、二硫化モリブデンからなる非凝着性被膜31はHv500程度の低硬度であり、母材硬度を高める必要がなく、みがき特殊帯鋼のような比較的安価な素材を選ぶことができる。

【0054】なお、ここでは厚さ1 $\mu$ mの二硫化モリブデン膜31を用いたが、厚さ0.1~10 $\mu$ mの二硫化モリブデン膜31であれば同様の効果を得ることができる。

【0055】なお、ここでは二硫化モリブデン膜31をスラストワッシャ30の母材32表面全体に形成したが、少なくともスラストワッシャ30の母材32の摺動側表面に形成すれば、同様の効果を得ることができる。

【0056】なお、ここでは軸受け9の材料としてアルミダイキャストADC14を用いたが、アルミ溶湯材AC4B等のアルミニウム合金を用いても同様の効果を得ることができる。

【0057】なお、ここでは圧縮機の一例として軸受け9の上部に電動モータを、軸受け9の下部に圧縮機構を設けた圧縮機を示したが、軸受け9の上部に圧縮機構を、軸受け9の下部にモータを備えた圧縮機でも同じ効果が期待できる。

【0058】なお、ここでは圧縮機の一例としてレシプロ圧縮機を示したが、スラスト軸受け部を持つ他の種類の圧縮機においても同じ効果が期待できる。

【0059】なお、ここでは、二硫化モリブデンとチタンの混合層からなる非凝着性被膜を用いたが、これは被膜の密着性と耐久性を向上するためであり、非凝着性を発揮する上では二硫化モリブデン単層あるいは他の金属との混合層でも良い。

【0060】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、圧縮機のスラストワッシャの鋼製の母材表面に、非凝着性被膜を形成することにより、スラストワッシャ表面に軸受けを形成するアルミニウムが凝着することを防止することで、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。

【0061】さらに、以上のように本発明によれば、圧縮機のスラストワッシャの鋼製の母材表面に、TiAlNセラミック膜からなる非凝着性被膜を形成することにより、スラストワッシャ表面に軸受けを形成するアルミニウムが凝着することを防止することで、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。

【0062】さらに、以上のように本発明によれば、圧縮機のスラストワッシャの鋼製の母材表面に、ダイヤモンドカーボン膜からなる非凝着性被膜を形成することにより、スラストワッシャ表面に軸受けを形成するアルミニウムが凝着することを防止することで、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。また、運転中の静摩擦係数を0.2以下に保つことが可能であるため、起動時の摺動損失を低減させることが可能となる。

【0063】さらに、以上のように本発明によれば、圧縮機のスラストワッシャの鋼製の母材表面に、二硫化モリブデン膜からなる非凝着性被膜を形成することにより、スラストワッシャ表面に軸受けを形成するアルミニウムが凝着することを防止することで、異常摩耗の原因となる摩耗起点が形成されず、異常摩耗の発生を抑制することが可能である。また、運転中の静摩擦係数を0.2程度に保つことが可能であるため、起動時の摺動損失を低減させることが可能となる。また、二硫化モリブデンからなる非凝着性被膜はHv500程度の低硬度であり、母材硬度を高める必要がなく、比較的安価な素材を選ぶことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1から実施の形態4を示す圧縮機の断面図

【図2】本発明の実施の形態1から実施の形態4を示す圧縮機の断面の拡大図

【図3】本発明の実施の形態1から実施の形態4を示す圧縮機のスラストワッシャの用部拡大斜視図

【図4】図3のスラストワッシャのA-A線断面図

【図5】従来の圧縮機の断面図

【図6】従来の圧縮機のスラストワッシャの用部拡大斜視図

【図7】図6のスラストワッシャのA-A線断面図

【符号の説明】

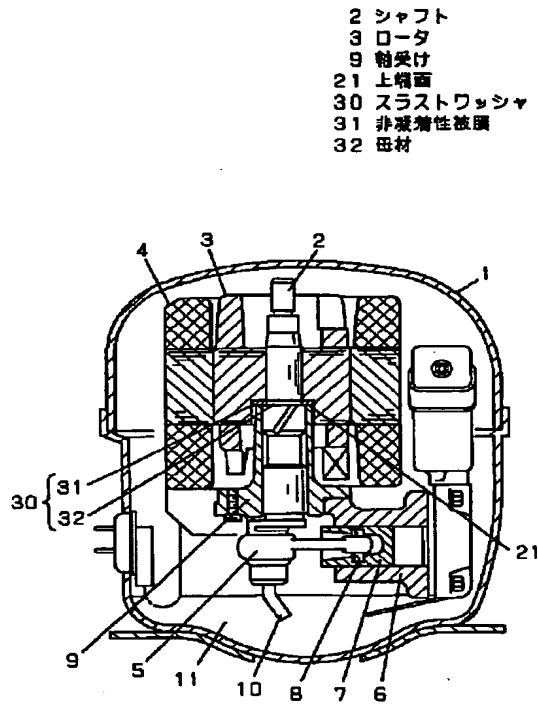
2 シャフト

3 ロータ

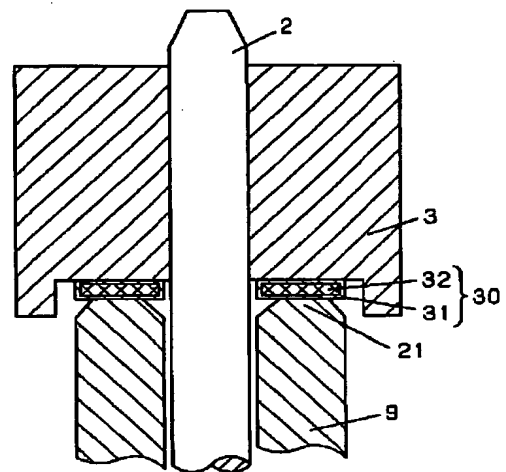
9 軸受け  
21 上端面  
22, 30 スラストワッシャ

31 非凝着性被膜  
32 母材

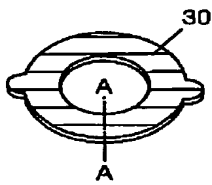
【図1】



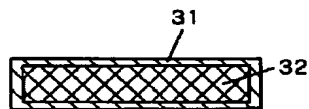
【図2】



【図3】

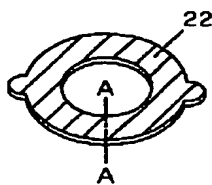


【図4】



【図7】

【図6】



【図5】

